

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-076367
 (43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/135
 G02B 13/00
 G02B 13/18
 G11B 7/09

(21)Application number : 11-251993

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 06.09.1999

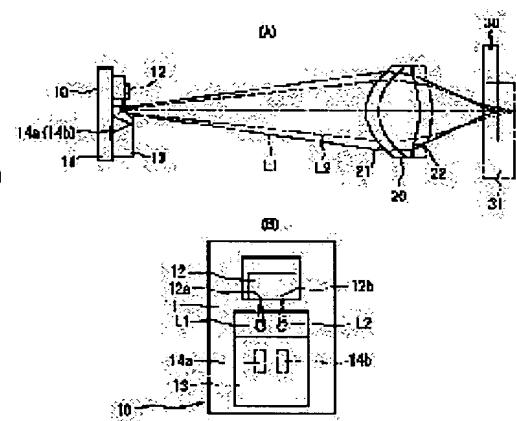
(72)Inventor : MARUYAMA KOICHI
 YAMANOUCHI TAKASHI

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to deal with plural optical disks varying in the thicknesses of protective layers without moving the entire part of an optical head even when a light source provided with light emitting points in proximity is used.

SOLUTION: The optical system consists of a laser module 10 and an objective lens 20 which converges the divergent light emitted therefrom to the recording surfaces of the optical disks 30 and 31. The objective lens 20 converges a laser beam L1 of a wavelength 660 nm emitted from the first light emitting point 12a to the recording surface of the first optical disk 30 when using the first optical disk 30 and is arranged in a position relatively proximate to the optical disk 31 and converges the laser beam L2 of wavelength 785 nm emitted from the second light emitting point 12b to the recording surface of the second optical disk 31 when using the second optical disk 31. A diffraction lens structure having such wavelength dependence as to make spherical aberrations insufficient in correction with an increase in the wavelength is formed on the one lens surface of the objective lens 20.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-76367

(P2001-76367A)

(43)公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(51)Int.Cl.⁷
G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 13/00
13/18
G 1 1 B 7/09

識別記号

F I
G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 13/00
13/18
G 1 1 B 7/09

テマコード(参考)
A 2 H 0 8 7
5 D 1 1 8
5 D 1 1 9
B

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-251993

(22)出願日 平成11年9月6日(1999.9.6)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社
東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 丸山 晃一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光
学工業株式会社内

(72)発明者 山野内 隆

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光
学工業株式会社内

(74)代理人 100098235

弁理士 金井 英幸

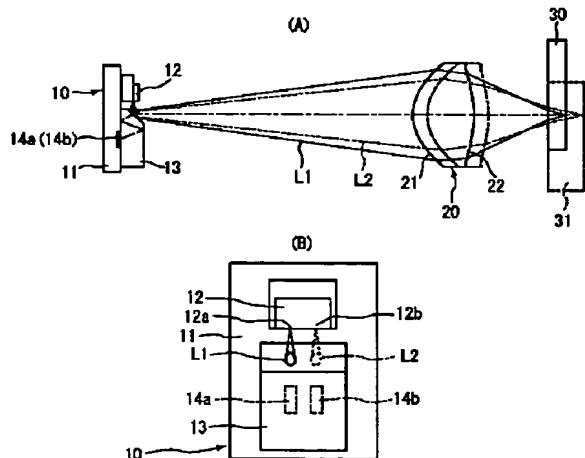
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光情報記録再生装置

(57)【要約】

【課題】発光点が近接して設けられた光源を用いた場合にも、光ヘッド全体を移動させることなく保護層の厚さの異なる複数の光ディスクに対応する。

【解決手段】光学系は、レーザーモジュール10と、これから発する発散光を光ディスク30、31の記録面に収束させる対物レンズ20とから成る。対物レンズ20は、第1の光ディスク30の使用時には第1の発光点12aから発した波長660nmのレーザー光L1を第1の光ディスク30の記録面に収束させ、第2の光ディスク31の使用時には相対的に光ディスク31に近づいた位置に配置され、第2の発光点12bから発した波長785nmのレーザー光L2を第2の光ディスク31の記録面に収束させる。対物レンズ20の一方のレンズ面には、波長が長くなるにしたがって球面収差が補正不足なるような波長依存性を有する回折レンズ構造が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】異なる波長で発光する複数の発光点が近接して形成された発光部と、該発光部からの発散光を光ディスクの記録面に収束させる対物レンズと、前記記録面からの反射光を受光して信号を生成する受光部とを備え、

前記各発光点から前記記録面を保護する保護層までの距離が光ディスクの種類によらず一定であり、

前記保護層の厚い光ディスクに対しては前記発光点の一つから発する光束を用いて前記対物レンズを前記光ディスクに近づけ、前記保護層の薄い光ディスクに対しては前記発光点の他の一つから発する光束を用いて前記対物レンズを前記光ディスクから離すようフォーカシングすることを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項2】前記対物レンズは、波長に依存して球面収差が変化する特性を有することを特徴とする請求項1に記載の光情報記録再生装置。

【請求項3】前記対物レンズは、いずれかのレンズ面に、波長に依存して球面収差を変化させる回折レンズ構

$$-15 < \phi(h_{45})/\lambda - P_2 (h_{45})^2 < -10 \quad \dots(1)$$

の条件を満たすことを特徴とする請求項5に記載の光情報記録再生装置。

【請求項7】前記対物レンズは、前記保護層の厚い光ディスクに用いる波長における焦点距離が、前記保護層の薄い光ディスクに用いる波長における焦点距離より長くなるよう設定され、前記保護層の厚い光ディスクに対して相対的に長い波長の光を用いることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光情報記録再生装置。

【請求項8】前記対物レンズのいずれかのレンズ面に、波長に依存して球面収差を変化させる回折レンズ構造が形成され、前記回折レンズ構造が負のパワーを持つことを特徴とする請求項7に記載の光情報記録再生装置。

【請求項9】前記発光部は、2つの発光点を1チップ上に備えることを特徴とする請求項1に記載の光情報記録再生装置。

【請求項10】前記受光部は、前記発光部と同一の基板上に設けられていることを特徴とする請求項9に記載の光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、保護層の厚さが異なる複数種類の光ディスクに対する記録／再生が可能な光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクは、情報が記録される記録面と、この記録面を覆う透明な保護層とを有し、この保護層を介して光ヘッドからのレーザー光が記録面に集光される。そして、光ディスクは、光ディスク装置のターンテーブルに搭載されて回転駆動され、光ディスクのラジ

造を備えることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録再生装置。

【請求項4】前記回折レンズ構造は、短波長の回折光が保護層の薄い光ディスクに対して良好な波面を形成し、長波長の同一次数の回折光が保護層の厚い光ディスクに対して良好な波面を形成するよう波長依存性を有することを特徴とする請求項1に記載の光情報記録再生装置。

10 【請求項5】前記回折レンズ構造は、入射光の波長が長波長側に変化した際に、球面収差が補正不足となる方向に変化する球面収差特性を有することを特徴とする請求項4に記載の光情報記録再生装置。

【請求項6】前記回折レンズ構造による光路長の付加量を、光軸からの高さ h 、n次(偶数次)の光路差関数係数 P_n 、波長 λ を用いて、

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times \lambda$$

により定義される光路差関数 $\phi(h)$ により表したとき、2次の光路差関数係数 P_2 、NA 0.45相当の光線が回折構造の存在する面を通過する高さを h_{45} として、

アル方向に移動可能な光ヘッドにより情報が記録／再生される。ここで光ディスクの保護層の厚さが異なると、ターンテーブル面を基準とした記録面の位置が異なることとなり、これは、光ヘッドと記録面との距離が保護層の厚さによって変化することを意味する。

【0003】したがって、保護層の厚さが異なる複数の光ディスクに対応するためには、光ヘッドは保護層の厚さが大きくなるほどスポットを遠くに形成する必要がある。例えば、CD(コンパクトディスク)の保護層の厚さは1.2mmであるのに対し、DVD(デジタルバーサタイルディスク)の保護層の厚さは半分の0.60mmであるため、これら両方の光ディスクに対する記録／再生を可能とするためには、レーザー光の集光位置を保護層中で0.6mm(空気換算で約0.4mm)移動させる必要がある。

【0004】保護層の厚さの異なる光ディスクに対応するため、光ヘッドを複数備えて光ディスクに応じて光ヘッドを切り換える方法、対物レンズを複数備えて光ディスクに応じて対物レンズを切り換える方法等が従来から知られている。しかし、光ヘッド、あるいは対物レンズを切り換える方法では、装置全体が大型化するため、共通の光ヘッド、対物レンズを利用することが望ましい。

【0005】共通の光ヘッド、対物レンズを利用する構成において、光ディスクの種類に応じて集光位置を変化させるためには、光ヘッド全体を光軸方向に移動させる方法、光源と対物レンズとの距離を変化させる方法が考えられる。ただし、移動機構の小型化のためには、光ヘッド全体を移動させる方法は避けることが望ましい。

【0006】一方、光ディスクの種類に応じて複数の半導体レーザーを使い分ける装置においては、光源と対物レンズとの距離を変化させることが容易である。DV

D, CD-Rを利用する光情報記録再生装置では、発光波長780~830nmの半導体レーザーと、発光波長635~660nmの半導体レーザーとが用いられている。DVDの記録密度はCDより高く、ビームスポットを小さく絞るために635~660nmの発振波長のレーザー光が必要であり、CD-Rを利用する場合には、記録面の反射特性から780nm程度の発振波長のレーザー光が必要だからである。このように複数の半導体レーザーを備える場合には、各半導体レーザーと対物レンズとの距離を適宜設定することにより、光源の切替により対物レンズとの距離を変化させることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】これに対して近時、光情報記録再生装置の小型化のため、1つの基板上に半導体レーザーや受光素子を組み込んだモジュールが開発されている(「日経エレクトロニクス1999.6.28(no.746)」の29-30ページに記載)。ここで用いられている半導体レーザーは、1チップ上に種類の異なる2つの活性層を形成することにより、2波長(この例では780nmと650nm)のレーザー光を出力することができる。

【0008】このように複数の発光点が近接して設けられた光源を用いる場合には、光源から光ディスクの保護層までの距離が一定となるため、上記のように発光点から対物レンズまでの距離を発光点ごとに変化させることができない。

【0009】この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、発光点が近接して設けられた光源を用いた場合にも、光ヘッド全体を移動させることなく保護層の厚さの異なる複数の光ディスクに対応可能な光情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる光情報記録再生装置は、上記の目的を達成させるため、異なる波長で発光する複数の発光点が近接して形成された発光部と、この発光部からの発散光を光ディスクの記録面に収束させる対物レンズと、記録面からの反射光を受光して信号を生成する受光部とを備え、各発光点から記録面を保護する保護層までの距離が光ディスクの種類によらず一定であり、保護層の厚い光ディスクに対しては発光点の一つから発する光束を用いて対物レンズを光ディス

$$-15 < \phi(h_{45})/\lambda - P_2 \quad \dots (1)$$

の条件を満たすことが望ましい。

【0015】なお、対物レンズは、保護層の厚い光ディスクに用いる波長における焦点距離が、保護層の薄い光ディスクに用いる波長における焦点距離より長くなり、かつ、保護層の厚い光ディスクに対して相対的に長い波長の光を用いることが望ましい。

【0016】さらに、対物レンズの焦点距離は長いほど光ディスクの切り換え時における対物レンズの移動量を小さくすることができるため、2次の光路差関数係数P

クに近づけ、保護層の薄い光ディスクに対しては発光点の他の一つから発する光束を用いて対物レンズを光ディスクから離すようフォーカシングすることを特徴とする。

【0011】上記の構成によれば、使用される光ディスクの保護層の厚さに応じて対物レンズを光軸方向に移動させることにより、集光位置を対物レンズの光軸方向に移動させ、集光位置を各光ディスクの記録面に一致させることができる。

10 【0012】ただし、保護層の厚さが変化すると球面収差が変化するため、対物レンズを光軸方向に移動させるのみではレーザー光の波面が乱れ、スポットを必要な径に収束させることができない。そこで、波長に依存して球面収差が変化する特性を対物レンズに持たせ、保護層の厚さの変化による球面収差の変化を、発光点の切り換えによる波長の変化によって打ち消し合わせることが望ましい。

【0013】上記のような波長に依存した球面収差の変化特性は、対物レンズのいずれかのレンズ面に回折レンズ構造を形成することにより達成することができる。具体的には、保護層の薄いDVDは記録密度が高く、保護層の厚いCD, CD-Rは記録密度が低いため、保護層の薄い光ディスクに対しては短波長のレーザー光、保護層の厚い光ディスクに対しては長波長のレーザー光を利用することが望ましい。したがって、回折レンズ構造は、短波長の回折光が保護層の薄い光ディスクに対して良好な波面を形成し、長波長の同一次数の回折光が保護層の厚い光ディスクに対して良好な波面を形成するような波長依存性を有することが望ましい。

30 【0014】また、球面収差は、保護層の厚さが厚くなるほど補正過剰となるため、回折レンズ構造は、入射光の波長が長波長側に変化した際に、球面収差が補正不足となる方向に変化する球面収差特性を有することが望ましい。具体的には、回折レンズ構造による光路長の付加量を、光軸からの高さ h , n 次(偶数次)の光路差関数係数 P_n , 波長 λ を用いて、

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times \lambda$$

により定義される光路差関数 $\phi(h)$ により表したとき、2次の光路差関数係数 P_2 , NAO. 45相当の光線が40 回折構造の存在する面を通過する高さを h_{45} として、

$$(h_{45})^2 < -10 \quad \dots (1)$$

P_2 が正の値を持つこと、すなわち回折レンズ構造が負のパワーを持つことが望ましい。

【0017】発光部は、2つの発光点を1チップ上に備えるものを利用することができ、この場合、受光部も発光部と同一の基板上に設けられていることが小型化の上で望ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる光情報記録再生装置の実施形態を説明する。図1(A)は、実施形

態にかかるDVD、CD、CD-R互換の光情報記録再生装置の光学系を示す説明図、図1(B)はこの装置に使用されるレーザーモジュールを拡大して示した平面図である。

【0019】光情報記録再生装置の光学系は、発光部及び受光部の機能を併せ持つレーザーモジュール10と、このレーザーモジュール10から発する発散光であるレーザー光を光ディスク30、31の記録面に収束させる対物レンズ20とから構成されている。

【0020】レーザーモジュール10は、前述の「日経エレクトロニクス1999.6.28(no.746)」に記載されたものと同様であり、シリコン基板11上に1チップの半導体レーザー12と、プリズム13と、受光部を構成する2つの受光素子14a、14bとを搭載している。半導体レーザー12は、1チップ上に種類の異なる2つの活性層を形成して構成され、660nmのレーザー光を出力する第1の発光点12aと、785nmのレーザー光を出力する第2の発光点12bとを備えている。両発光点の間隔は約100μmである。

【0021】第1の発光点12a、あるいは第2の発光点12bから発したレーザー光は、プリズム13に形成された45°の斜面で反射され、発散光として対物レンズ20に入射し、対物レンズ20により収束光とされて光ディスク30、31の記録面に収束される。対物レンズ20は、図示しない公知のフォーカシング機構によりその光軸方向に移動可能であり、かつ、トラッキング機構により光ディスクの半径方向にも移動可能である。

【0022】以下、DVD等の保護層が薄く記録密度が高い光ディスク30を「第1の光ディスク」として図中では実線で示し、CD、CD-R等の保護層が厚く記録密度が低い光ディスク31を「第2の光ディスク」として図中では破線で示す。第1の光ディスク30を使用する際には、小さいビームスポットを作るために第1の発光点12aから発した波長660nmのレーザー光L1が用いられ、第2の光ディスク31を利用する際には、CD-Rの分光反射率を考慮して第2の発光点12bから発した波長785nmのレーザー光L2が用いられる。

【0023】各光ディスク30、31は、対物レンズ20側の面を図示しないターンテーブルに接する状態でターンテーブルに載せられて回転駆動され、かつ、2つの発光点12a、12bは光の進行方向に関しては同一位置に配置されているため、発光点から保護層までの距離は光ディスクの種類によらず一定である。ただし、記録面の位置は保護層の厚さに応じて変化するため、この変化にレーザー光の集光位置を追隨させるよう対物レンズ20がフォーカシングされる。

【0024】すなわち、第1の光ディスク30の記録／再生時には、対物レンズ20は図1(A)中に実線で示した位置に配置され、第1の発光点12aから発した波長660nmのレーザー光L1(実線で示される)を第1の光ディ

スク30の記録面に収束させる。一方、第2の光ディスク31の再生時には、対物レンズ20は図中破線で示したように、相対的に光ディスク31に近づいた位置に配置され、第2の発光点12bから発した波長785nmのレーザー光L2(破線で示される)を第2の光ディスク31の記録面に収束させる。

【0025】記録面からの反射光は、対物レンズ20を介し収束光となってレーザーモジュール10に戻り、その一部がプリズム13の斜面を透過してプリズム13内で2回裏面反射され、第1、第2の受光素子14a、14bのいずれかに入射する。第1の発光点12aから発したレーザー光は、第1の受光素子14aに入射し、第2の発光点12bから発したレーザー光は第2の受光素子14bに入射する。各受光素子14a、14bは、それぞれ複数の受光領域を有する公知の多分割素子であり、各領域の受光量を演算することにより、光ディスクに記録された情報の再生信号、フォーカシングエラー信号、トラッキングエラー信号等の信号が生成される。

【0026】次に、対物レンズ20について説明する。20図2は、対物レンズ20を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は側面から見た断面図、(C)は(B)の一部拡大図である。対物レンズ20は、非球面である2つのレンズ面21、22を有する両凸の樹脂製単レンズであり、一方のレンズ面21に図2(A)に示したように光軸を中心とした輪帯状のパターンとして回折レンズ構造21aが形成されている。回折レンズ構造21aは、フレネルレンズのように各輪帶の境界に光軸方向の段差を持つ。

【0027】第1の光ディスク30と第2の光ディスク31とを切り換えると、保護層の厚さが変化するため、30これによって球面収差が変化する。保護層の厚さの変化による球面収差の変化は、保護層が厚くなるほど補正過剰(オーバー)となる方向である。また、発散光中で対物レンズ20をフォーカシングのために光軸方向に移動させると、これによっても球面収差が変化する。対物レンズ20の移動による球面収差の変化は、対物レンズ20がレーザーモジュール10から遠ざかり光ディスク30、31側に近づくにしたがって(物体距離が長くなるにしたがって)補正過剰となる方向である。

【0028】したがって、第1の光ディスク30を用いる場合を基準に対物レンズ20の球面収差が補正され、回折レンズ構造21aが形成されていないとすると、第2の光ディスク31を用いる際には、保護層が厚くなることと、対物レンズ20が光ディスク側に移動して物体距離が長くなることにより、球面収差は補正過剰となる。このため、屈折型の対物レンズを光軸方向に移動させるのみではレーザー光の波面が乱れ、スポットを必要な径に収束させることができない。

【0029】そこで、実施形態の対物レンズ20には、波長に依存して球面収差が変化する特性を持たせるよう、回折レンズ構造21aが形成されている。回折レン

ズ構造21aは、波長が長くなるにしたがって球面収差が補正不足(アンダー)となるような波長依存性を有し、これにより、第2の光ディスク31を用いる際にも良好な波面を形成することができる。すなわち、回折レンズ構造21aは、少なくとも2つの異なる波長の光束による同一次数の回折光が、保護層の厚さが異なる少なくとも2種類の光ディスクに対し、それぞれ良好な波面を形成するよう波長依存性を有している。具体的には、回折レンズ構造21aは、660nmの回折光が第1の光ディスク30に対して良好な波面を形成し、785nmの回折光が第2の光ディスク31に対して良好な波面を形成するような波長依存性を有する。

【0030】回折レンズ構造による光路長の付加量は、光軸からの高さh、n次(偶数次)の光路差関数係数Pn、波長λを用いて、

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times \lambda$$

により定義される光路差関数 $\phi(h)$ により表すことができる。 P_2, P_4, P_6, \dots はそれぞれ2次、4次、6次、…の係数である。光路差関数 $\phi(h)$ は、回折面上での光軸からの高さhの点において、回折レンズ構造により回折されなかった場合の仮想の光線と、回折レンズ構造により回折された光線との光路差を示す。この表現形式では

$$-15 < \phi(h_{45}) / \lambda - P_2(h_{45})^2 < -10 \quad \dots(1)$$

【0033】条件(1)は、NA0.45の光線に対する回折レンズ構造の全体的な光学的作用 $\phi(h_{45}) / \lambda$ からパワー成分 $P_2(h_{45})^2$ を除いた、球面収差補正成分の量を規定する。第2の光ディスク31の再生においてはNA0.45より周辺部の光は影響しないのでNA0.45の光線を基準としている。条件(1)を満たすことにより、光ディスクの保護層の厚さの変化による球面収差の変化と、対物レンズ20の移動による球面収差の変化と、回折レンズ構造21aの有する波長依存性により良好に補正することができる。

【0034】条件(1)の下限を下回ると、回折レンズ構造の有する球面収差補正効果が大きくなりすぎ、球面収差が過度にアンダーとなる。また、波長の変化に対する球面収差の変化量が大きくなり、半導体レーザーの個体差による発振波長のバラツキに対する許容幅が狭くなる。一方、条件(1)の上限を上回ると、回折レンズ構造による球面収差補正効果が小さくなりすぎ、球面収差が過度にオーバーとなる。また、波長の変化に対する球面収差の変化量が小さくなり、保護層の厚さの変化による球面収差の変化と、対物レンズ20の移動による球面収差の変化とを補正できなくなる。

【0035】なお、対物レンズ20は、保護層の厚い第2の光ディスク31に用いる波長785nmにおける焦点距離が、保護層の薄い第1の光ディスク30に用いる波長660nmにおける焦点距離より長くなるよう設定されている。

【0036】

2次の項の係数 P_2 が負の時に近軸的に正のパワーを持ち、4次の項の係数 P_4 が正の時に周辺に向かって負のパワーが漸増することとなる。

【0031】実際のレンズの微細形状は、 $\phi(h)$ で表わされる光路長から波長の整数倍の成分を消去したフレネルレンズ状の光路長付加量 ϕ' を持つように決定する。

$$\phi'(h) = (\text{MOD}(P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots + \text{Const}, 1) - \text{Const}) \times \lambda_B$$

λ_B は微細段差が1波長分の光路長差を与える波長(ブレーブ化波長)であり、回折効率を最大にする波長になる。定数項Constは輪帶の境界位置の位相を設定する定数であり、 $0 \leq \text{Const} < 1$ の範囲で任意の数をとる。MOD(X, Y)はXをYで割った剰余を与える関数である。MOD($P_2 h^2 + P_4 h^4 + \dots + \text{Const}, 1$)の値が0になるhの点が輪帶の境になる。屈折レンズのレンズ面であるベース形状の上に、 $\phi'(h)$ の光路差を持つように、勾配、段差を設定する。

【0032】ここで実施形態の対物レンズ30は、2次の光路差関数係数 P_2 、NA0.45相当の光線が回折構造の存在する面を通過する高さを h_{45} として、以下の条件(1)を満たす。

$$-15 < \phi(h_{45}) / \lambda - P_2(h_{45})^2 < -10 \quad \dots(1)$$

【実施例】次に、上述した実施形態に基づく具体的な実施例を3例提示する。レーザーモジュール10は共通であるため、対物レンズ20部分の構成について説明する。いずれも保護層の厚さが0.6mmの第1の光ディスク30と、保護層の厚さが1.2mmの第2の光ディスク31を利用する光情報記録再生装置の対物レンズである。なお、いずれの実施例でも、第1面21に回折レンズ構造が形成されている。

【0037】

【実施例1】図3は、実施例1にかかる対物レンズ20と第1、第2の光ディスク30、31とを示す。実線で示される第1の光ディスク30を利用する際には、対物レンズ20は実線で示されるように光ディスクから離れた位置に配置され、破線で示される第2の光ディスク31を利用する際には、対物レンズ20は破線で示されるように光ディスクに近づいた位置に配置される。

【0038】実施例1の対物レンズの具体的な数値構成は表1に示されている。面番号0が発光点、面番号1、2が対物レンズ20、面番号3、4が媒体である光ディスクの保護層を示している。表中、 $\lambda_1, NA_1, f_1, M_1, d_1$ は、それぞれ第1の光ディスク30使用時の波長(単位:mm)、開口数、回折レンズ構造を含めた対物レンズの焦点距離、倍率、レンズ厚またはレンズ間隔(単位:mm)であり、 $\lambda_2, NA_2, f_2, M_2, d_2$ は、それぞれ第2の光ディスク31使用時の波長(単位:mm)、開口数、回折レンズ構造を含めた対物レンズの焦点距離、倍率、レンズ厚またはレンズ間隔(単位:mm)であり、 h_{45} は回折レン

ズ構造の存在する第1面でのNA0.45に相当する光線の通過高さ(単位:mm)、rはレンズ各面の巨視的な近軸曲率半径(単位:mm)、nλは各レンズの波長λnmでの屈折率である。

【0039】また、対物レンズ20の第1面21のベース面(回折レンズ構造を除く屈折レンズとしての形状)および第2面22は非球面であり、その形状は光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX(h)、非球面の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次、

$$\lambda_1=660\text{nm} \quad NA_1=0.60 \quad f_1=2.739 \quad M_1=-0.2065 \quad h_{45}=1.46\text{mm}$$

$$\lambda_2=785\text{nm} \quad NA_2=0.45 \quad f_2=2.765 \quad M_2=-0.2030$$

面番号	r	d ₁	d ₂	n660	n785
0		15.000	15.363		
1	1.847	2.170	2.170	1.54044	1.53665
2	-3.609	1.761	1.398		
3	∞	0.600	1.200		
4	∞				

【0041】

【表2】

第1面		第2面
K	-0.560	0.000
A ₄	-9.304×10 ⁻³	2.865×10 ⁻²
A ₆	2.816×10 ⁻⁴	1.932×10 ⁻²
A ₈	3.054×10 ⁻⁶	-2.424×10 ⁻³
A ₁₀	-3.441×10 ⁻⁵	6.067×10 ⁻⁴
A ₁₂	-6.281×10 ⁻⁶	-5.228×10 ⁻⁵
P ₂	5.000	
P ₄	-2.887	
P ₆	7.500×10 ⁻³	

【0042】図4は実施例1の対物レンズ20を第1の光ディスク30に適応させた場合の諸収差を示す。図4(A)は波長660nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SC、(B)は650nm, 660nm, 670nmの各波長の球面収差で表される色収差、(C)は非点収差(S: サジタル、M: メリディオナル)を示している。グラフ(A)、(B)の縦軸は開口数NA、(C)の縦軸は像高Yである。また、横軸は各収差の発生量を示し、単位はmmである。図5は実施例1の対物レンズ20を第2の光ディスク31に適応させた場合の同様の諸収差を示す。ただし、図5(A)における波長は785nm、(B)における波長は775nm, 785nm, 795nmである。図4(A)、図5(A)を見ると、2つの波長

$$\lambda_1=660\text{nm} \quad NA_1=0.60 \quad f_1=2.6045 \quad M_1=-0.252 \quad h_{45}=1.43\text{mm}$$

$$\lambda_2=785\text{nm} \quad NA_2=0.45 \quad f_2=2.6213 \quad M_2=-0.244$$

面番号	r	d ₁	d ₂	n660	n785
0		12.000	12.384		
1	1.842	2.200	2.200	1.54044	1.53665
2	-3.126	1.734	1.350		
3	∞	0.600	1.200		
4	∞				

10次、12次の非球面係数をA₄, A₆, A₈, A₁₀, A₁₂として、以下の式で表される。

$$X(h)=Ch^2/(1+\sqrt{(1-(1+K)C^2h^2)})+A_4h^4+A_6h^6+A_8h^8+A_{10}h^{10}+A_{12}h^{12}$$

なお、表1における非球面の曲率半径は光軸上の曲率半径である。非球面を規定する円錐係数と非球面係数、そして回折レンズ構造を規定する光路差関数係数は、表2に示される。

【0040】

【表1】

$$\lambda_1=660\text{nm} \quad NA_1=0.60 \quad f_1=2.739 \quad M_1=-0.2065 \quad h_{45}=1.46\text{mm}$$

$$\lambda_2=785\text{nm} \quad NA_2=0.45 \quad f_2=2.765 \quad M_2=-0.2030$$

面番号	r	d ₁	d ₂	n660	n785
0		15.000	15.363		
1	1.847	2.170	2.170	1.54044	1.53665
2	-3.609	1.761	1.398		
3	∞	0.600	1.200		
4	∞				

λ₁、λ₂で良好に球面収差が補正されていることがわかる。

【0043】また、実施例1の回折レンズ構造は、2次の光路差関数係数P₂が正の値を持つ。すなわち回折レンズ構造は近軸的に負のパワーを持つ。回折レンズ構造に負のパワーを持たせることにより、回折レンズ構造の焦点距離と屈折レンズの焦点距離とを合成して求められる対物レンズ20の全体としての焦点距離を長くすることができ、光ディスクの切り換え時における移動量を小さくして、フォーカシング機構にかかる負担を軽減することができる。

【0044】

【実施例2】図6は、実施例2にかかる対物レンズ20と第1、第2の光ディスク30, 31とを示す。対物レンズ20は第1の光ディスク30の使用時には実線の位置にあり、第2の光ディスク31の使用時には破線の位置に配置される。実施例2の具体的な数値構成は表3に示されている。第1面、第2面の円錐係数、非球面係数、第1面に形成された回折レンズ構造を表す光路差関数係数は表4に示される。

【0045】

【表3】

$$\lambda_1=660\text{nm} \quad NA_1=0.60 \quad f_1=2.6045 \quad M_1=-0.252 \quad h_{45}=1.43\text{mm}$$

$$\lambda_2=785\text{nm} \quad NA_2=0.45 \quad f_2=2.6213 \quad M_2=-0.244$$

面番号	r	d ₁	d ₂	n660	n785
0		12.000	12.384		
1	1.842	2.200	2.200	1.54044	1.53665
2	-3.126	1.734	1.350		
3	∞	0.600	1.200		
4	∞				

【0046】

【表4】

	第1面	第2面
K	-0.560	0.000
A ₄	-1.000×10 ⁻²	4.045×10 ⁻²
A ₆	4.380×10 ⁻⁴	-5.453×10 ⁻³
A ₈	-1.910×10 ⁻⁴	-4.347×10 ⁻⁴
A ₁₀	3.000×10 ⁻⁵	1.758×10 ⁻⁴
A ₁₂	-1.700×10 ⁻⁵	-1.337×10 ⁻⁵
P ₂	0.000	
P ₄	-3.210	
P ₆	1.890×10 ⁻²	

【0047】図7は実施例2の対物レンズ20を第1の光ディスク30に適応させた場合の諸収差を示し、図8は実施例2の対物レンズ20を第2の光ディスク31に

$$\lambda_1=660\text{nm} \quad NA_1=0.58 \quad f_1=2.8884 \quad M_1=-0.1579 \quad h_{45}=1.47\text{mm}$$

$$\lambda_2=785\text{nm} \quad NA_2=0.50 \quad f_2=2.9057 \quad M_2=-0.1556$$

面番号	r	d ₁	d ₂	n660	n785
0		20.000	20.373		
1	1.953	2.300	2.300	1.54044	1.53665
2	4.018	1.702	1.329		
3	∞	0.600	1.200		
4	∞				

【0050】

【表6】

	第1面	第2面
K	-0.560	0.000
A ₄	-5.764×10 ⁻³	3.040×10 ⁻²
A ₆	6.540×10 ⁻⁴	-5.427×10 ⁻³
A ₈	-2.032×10 ⁻⁴	7.105×10 ⁻⁴
A ₁₀	8.230×10 ⁻⁵	-3.320×10 ⁻⁴
A ₁₂	2.150×10 ⁻⁵	5.492×10 ⁻⁵
P ₂	-1.000	
P ₄	-2.491	
P ₆	-5.410×10 ⁻²	

【0051】以下の表7は、前述した条件(1)と実施例との対応を示す。全ての実施例が条件(1)を満たしており、これにより保護層の厚さの違いによる波面収差の変化を波長の違いによってキャンセルすることができる。

【0052】

【表7】

条件(1)	P(h ₄₅)/λ - P ₂ h ₄₅ ²
実施例1	-13.05
実施例2	-13.26
実施例3	-12.18

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、複数の発光点が近接して配置された発光部を用いる場合にも、対物レンズを光軸方向に移動させることによ

適応させた場合の同様の諸収差を示す。図7(A)、図8(A)を見ると、2つの波長λ₁、λ₂で良好に球面収差が補正されていることがわかる。

【0048】

【実施例3】図9は、実施例3にかかる対物レンズ20と第1、第2の光ディスク30、31とを示す。対物レンズ20は第1の光ディスク30の使用時には実線の位置にあり、第2の光ディスク31の使用時には破線の位置に配置される。実施例3の具体的な数値構成は表5に示されている。第1面、第2面の円錐係数、非球面係数、第1面に形成された回折レンズ構造を表す光路差関数係数は表6に示される。

【0049】

【表5】

り、保護層の厚さが異なる複数の光ディスクに対応することができる。また、対物レンズに球面収差の波長依存性を持たせることにより、保護層の厚さの違いに起因する球面収差の変化を、波長の切換により打ち消すことができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】 実施形態にかかる光情報記録再生装置の光学系を示し、(A)は全体の説明図、(B)はレーザーモジュールの平面図。

【図2】 実施形態にかかる対物レンズの外形を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は側面断面図、(C)は(B)の一部拡大図。

【図3】 実施例1の対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図4】 実施例1の対物レンズを第1の光ディスクに適用した際の諸収差図。

40 【図5】 実施例1の対物レンズを第2の光ディスクに適用した際の諸収差図。

【図6】 実施例2の対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図7】 実施例2の対物レンズを第1の光ディスクに適用した際の諸収差図。

【図8】 実施例2の対物レンズを第2の光ディスクに適用した際の諸収差図。

【図9】 実施例3の対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

50 【図10】 実施例3の対物レンズを第1の光ディスク

に適用した際の諸収差図。

【図1】 実施例3の対物レンズを第2の光ディスクに適用した際の諸収差図。

【符号の説明】

10 レーザーモジュール

12 発光部

12a 第1の発光点

12b 第2の発光点

14a 第1の受光部

14b 第2の受光部

20 対物レンズ

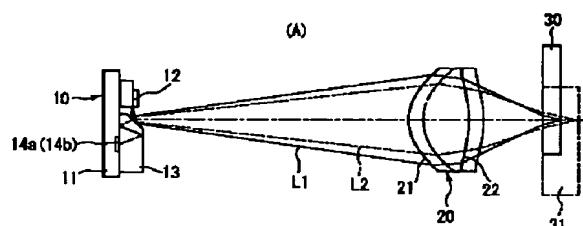
21 第1面

22 第2面

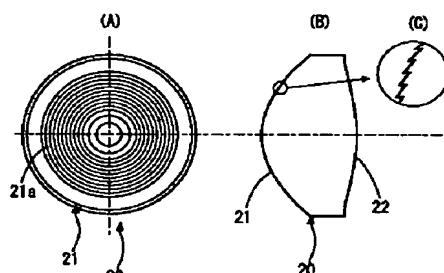
30 第1の光ディスク

31 第2の光ディスク

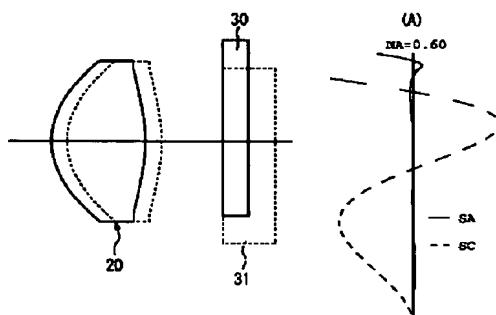
【図1】



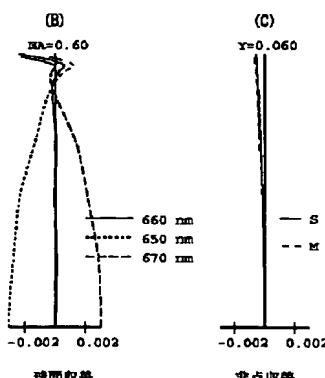
【図2】



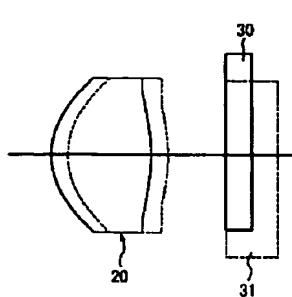
【図3】



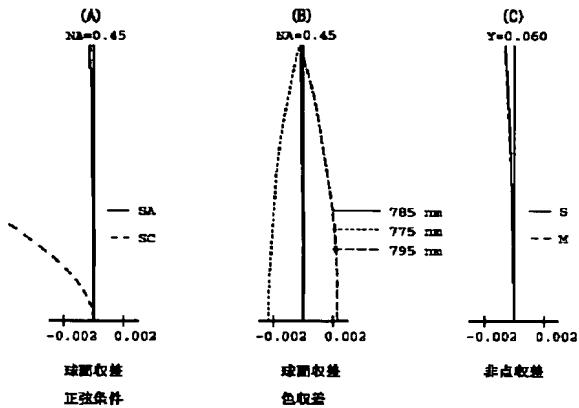
【図4】



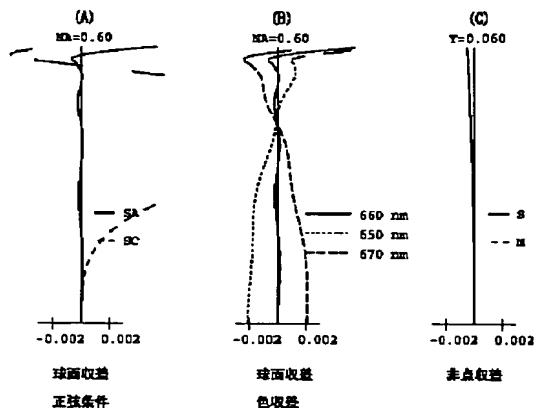
【図9】



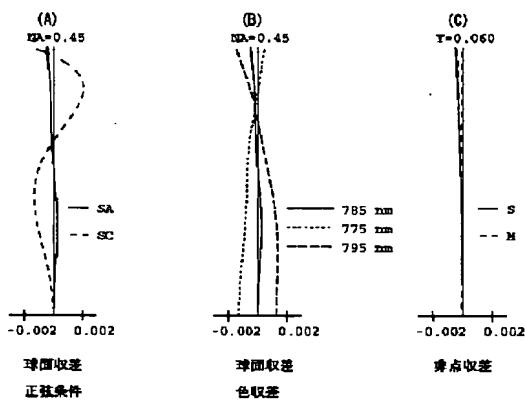
【図5】



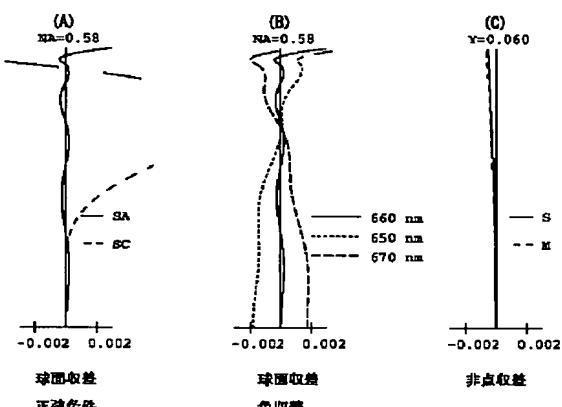
【図7】



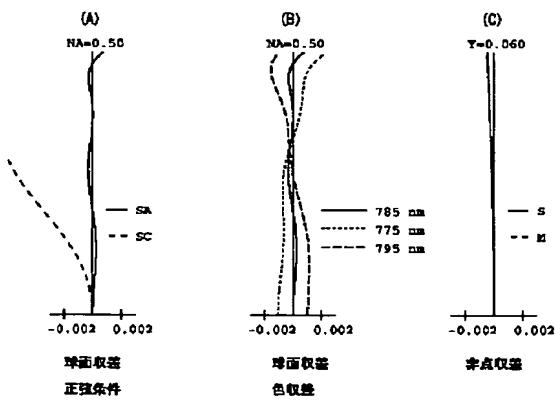
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA01 PA01 PA17 PB01
QA02 QA07 QA14 QA34 RA05
RA12 RA13 RA42 RA46
5D118 AA26 BA01 CD15 DC03
5D119 AA41 BA01 EC47 FA08 JA44
JB01 LB07 LB10